

Сулицин А. В., аспирант
Мысик Р. К., проф., д-р техн. наук

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И СВОЙСТВАМИ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ МАЛОЛЕГИРОВАННЫХ МЕД- НЫХ СПЛАВОВ ПРИ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ НЕПРЕРЫВНОМ ЛИТЬЕ

В настоящее время остро стоит проблема производства качественных литых заготовок из сплавов, содержащих легкоокисляемые компоненты, такие как, например, кадмий и бериллий. Особенность данной группы сплавов состоит в том, что входящие в их состав элементы обладают большим сродством к кислороду и обуславливают возникновение таких литейных дефектов, как трещины и газовая пористость.

Настоящая работа посвящена изучению процесса горизонтального непрерывного литья заготовок из бериллиевой бронзы БрБ2 малого сечения.

Бериллиевые бронзы представляют собой дисперсионно-твердеющие сплавы, обладающие уникальным сочетанием механических и эксплуатационных свойств: высокой прочностью, пластичностью, упругостью, коррозионной стойкостью, жаропрочностью, немагнитны, не дают искры при ударе.

Растворимость бериллия в меди составляет при 879°C 3 мас.%, при эвтектической температуре 578°C 1,4 мас.%, при 300°C 0,2 мас.%, т.е. с понижением температуры растворимость Ве в Cu резко падает. Кристаллизуются бронзы с образованием α - твердого раствора, далее при понижении температуры α - твердый раствор распадается с выделением β - фазы, состав которой является переменным в широких пределах. При температуре 578°C β -фаза распадается на α -твердый раствор и γ -твердый раствор. Фаза γ является упорядоченным раствором на основе химического соединения CuВе. При дальнейшем охлаждении в результате резкого снижения растворимости Ве в Cu происходит дальнейшее выделение частиц γ из α и упрочнение α -твердого раствора. Эти превращения дают возможность управлять свойствами бериллиевых бронз (переменная растворимость Ве в Cu дает возможность применять различные режимы термообработки).

Упрочнителем бериллиевых бронз является γ -фаза, размер и равномерность распределения которой в значительной степени определяют прочностные характеристики сплавов, поэтому структура сплавов в литом состоянии имеет решающее значение.

По традиционной технологии прутково-проволочную продукцию из бериллиевых бронз получают из слитков диаметром 180-250 мм, отлитых методом вертикального непрерывного или полунепрерывного литья с последующим прессованием и волочением прессованной заготовки и термической обработкой.

Установлено, что наиболее высоких свойств удается достичь при использовании закалки и старения, причем, чем дисперснее γ - фаза в литом состоянии и меньше размер зерна, тем эти свойства выше. Именно поэтому предпочти-

тельно получать литые заготовки из бериллиевой бронзы небольшого сечения. Как термически тонкие тела, такие заготовки подвергаются более интенсивному охлаждению, чем слитки крупных сечений. Поэтому создаются условия для создания большого количества центров кристаллизации, что сдерживает рост зерна.

В работе выполнен сравнительный анализ уровня механических свойств и микроструктуры слитков бериллиевой бронзы марки БрБ2 диаметром 200 мм, отлитых методом вертикального непрерывного литья в прямоточный кристаллизатор скольжения с выходом воды на слиток, и прутково-проволочной заготовки диаметром 13 мм, отлитой на установке горизонтального непрерывного литья.

Литье прутково-проволочной заготовки производилось как с применением вторичного водяного охлаждения с непосредственным выходом воды на заготовку, так и без него.

Уровень механических свойств образцов, вырезанных из слитка бериллиевой бронзы марки БрБ2 диаметром 200 мм в сравнении с механическими свойствами прутково-проволочной заготовки из БрБ2 диаметром 13 мм, отлитой методом горизонтального непрерывного литья с применением вторичного охлаждения и без него приведен на рис. 1.

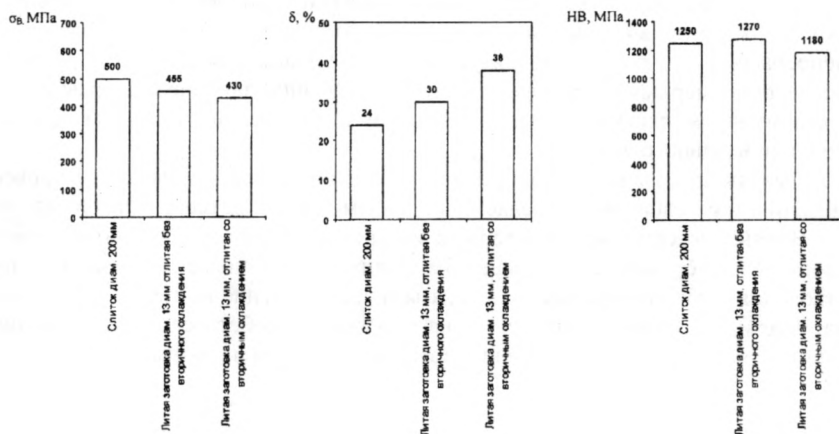


Рис. 1. Уровень механических свойств слитка БрБ2 диаметром 200 мм в сравнении с механическими свойствами литой заготовки из БрБ2 диаметром 13 мм

Микроструктура слитка БрБ2 в сравнении с микроструктурой прутково-проволочной заготовки диаметром 13 мм из БрБ2 приведена на рис. 2.

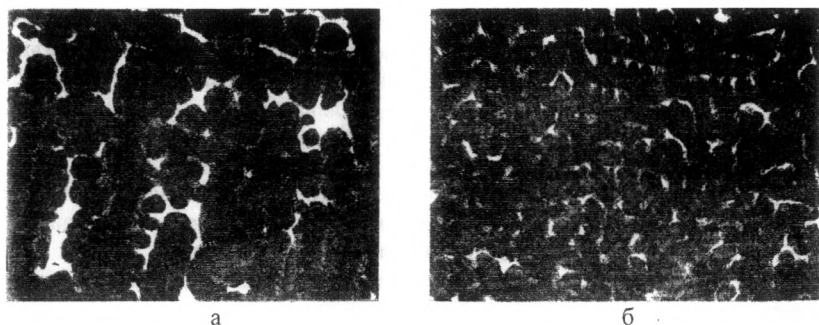


Рис. 2. Микроструктура слитка БрБ2 диаметром 200 мм - а и прутково-проволочной заготовки диаметром 13 мм -б (увеличение $\times 200$). Белые участки – γ -фаза

Установлено, что наиболее благоприятными механическими свойствами с точки зрения дальнейшей пластической обработки в холодном состоянии обладает прутково-проволочная заготовка, отлитая с применением вторичного охлаждения с непосредственным выходом воды на заготовку. Также выяснено, что прутково-проволочная заготовка БрБ2, отлитая методом горизонтального непрерывного литья, характеризуется значительным измельчением γ -фазы и более равномерным ее распределением по сечению заготовки в сравнении с традиционным слитком, отлитым методом вертикального непрерывного или полунепрерывного литья.

Результаты выполненной работы позволили сделать вывод, что уровень механических свойств определяется способом литья и размером литой заготовки. Влияние масштабного фактора на механические свойства можно объяснить следующим образом: чем больше объем слитка, тем больше вероятность существования структурных факторов, оказывающих влияние на свойства сплава. В частности, уменьшение размера зерна и γ -фазы способствует повышению пластичности и некоторому снижению предела прочности на разрыв.